



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ ČÁSTI ÚDOLÍ POTOKA LUBĚ (K. Ú. MALHOSTOVICE, SKALIČKA, NUZÍŘOV)

SURVEYING OF STREAM LUBĚ BETWEEN SKALIČKA AND MALHOSTOVICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Peter Kučeravý

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Peter Kučeravý
Název	Zaměření části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice, Skalička, Nuzířov)
Vedoucí práce	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Vyhláška č. 31/1995, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. 1995.

KALVODA, Petr. Pokyn pro tvorbu účelové mapy. 2011.

ATLAS, spol. s r.o.. Uživatelské příručky Atlas DMT. ATLAS, spol. s r.o., 2018.

Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání, v platném znění. 2006.

ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. 2014.

ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. 1989.

Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. 1994.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě pod Paní horou (k. ú. Nuzířov) vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím technologie GNSS a bodů státního bodového pole. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou v údolí Lubě včetně nebezpečné místní komunikace. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte tachymetrický plán. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP zpracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Predmetom bakalárskej práce je tachymetrické zameranie údolia potoka Lubě s príslušným okolím, vrátane miestnej komunikácie. Práca sa zaoberá vybudovaním pomocnej meračskej siete vrátane jej pripojenia do záväzných referenčných systémov JTSK a Bpv pomocou technológie GNSS, podrobným zameraním prvkov polohopisu a výškopisu v rámci lokality a následným spracovaním nameraných dát. Výsledkom je tachymetrický plán v mierke 1:500, získané dáta môžu byť ďalej použité pre tvorbu DMT.

KLÍČOVÁ SLOVA

tachymetrický plán, DMT, Lubě, výškopis, polohopis, tachymetrická metóda

ABSTRACT

The main subject of bachelor thesis is tachymetric measurement of the Lubě steam valley with close surroundings, including the local communications. This work is dealing with the construction geometric base including its connection into bindings JTSK and Bpv reference systems using GNSS technology, detailed focusing of planimetric and altimetric elements within the site and then processing of the measured data. The result is a tachymetric plan in scale 1:500, the obtained data may be used further for creation DMT.

KEYWORDS

tachymetric plan, DMT, Lubě, altimetry, planimetry, tachymetric method

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Peter Kučeravý *Zaměření části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice, Skalička, Nuzířov)*. Brno, 2019. 40 s., 36 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zaměření části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice, Skalička, Nuzířov)* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 5. 2019

Peter Kučeravý
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zaměření části údolí potoka Lubě (k. ú. Malhostovice, Skalička, Nuzířov)* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 5. 2019

Peter Kučeravý
autor práce

POĎAKOVANIE

Chcel by som poďakovať Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu a čas, ktorý mi venoval v priebehu vypracovania bakalárskej práce. Ďalej by som chcel poďakovať Michalovi Jiráskovi a Ladislavovi Horníkovi za pomoc pri meraní. Moja vďaka patrí samozrejme aj mojej rodine a priateľom, ktorí mi pomáhali a podporovali ma v priebehu spracovania bakalárskej práce ako aj počas celého štúdia.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	LOKALITA	10
2.1	Malhostovice.....	10
2.2	Skalička.....	10
3	REKOGNOSKÁCIA TERÉNU	11
4	MERAČSKÉ PRÁCE.....	14
4.1	Použité prístroje	14
4.1.1	Prijímač GNSS-RTK Trimble R4.....	14
4.1.2	Totálna stanica Trimble M3-2 "	14
4.2	Metódy merania	16
4.2.1	Metóda GNSS	16
4.2.2	Tachymetrická metóda.....	18
4.3	Pomocná meračská sieť	18
4.3.1	Pripojenie do záväzných referenčných systémov.....	19
4.4	Podrobné meranie.....	20
5	SPRACOVANIE NAMERANÝCH DÁT	21
5.1	Spracovanie zápisníkov	21
5.2	DMT	22
5.3	TIN.....	23
6	TESTOVANIE PRESNOSTI VÝŠOK H	24
6.1	Kontrolný profil	24
6.2	Test presnosti výšok.....	25
7	GRAFICKÉ VÝSTUPY	26
7.1	Teoretický základ.....	26
7.1.1	Definícia mapy a plánu	26
7.1.2	Zobrazenie polohopisu.....	27
7.1.3	Vyjadrenie výškopisu	29
7.2	Tachymetrický plán.....	31
7.3	Doplňkové grafické výstupy	33
7.3.1	Meračské náčrty.....	33
7.3.2	Kontrolný profil	33
7.3.3	Prehľadné náčrty	33
8	ZÁVER.....	34
9	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	35
10	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK.....	37
11	ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV	38
12	ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK.....	39
13	ZOZNAM PRÍLOH.....	40

1 ÚVOD

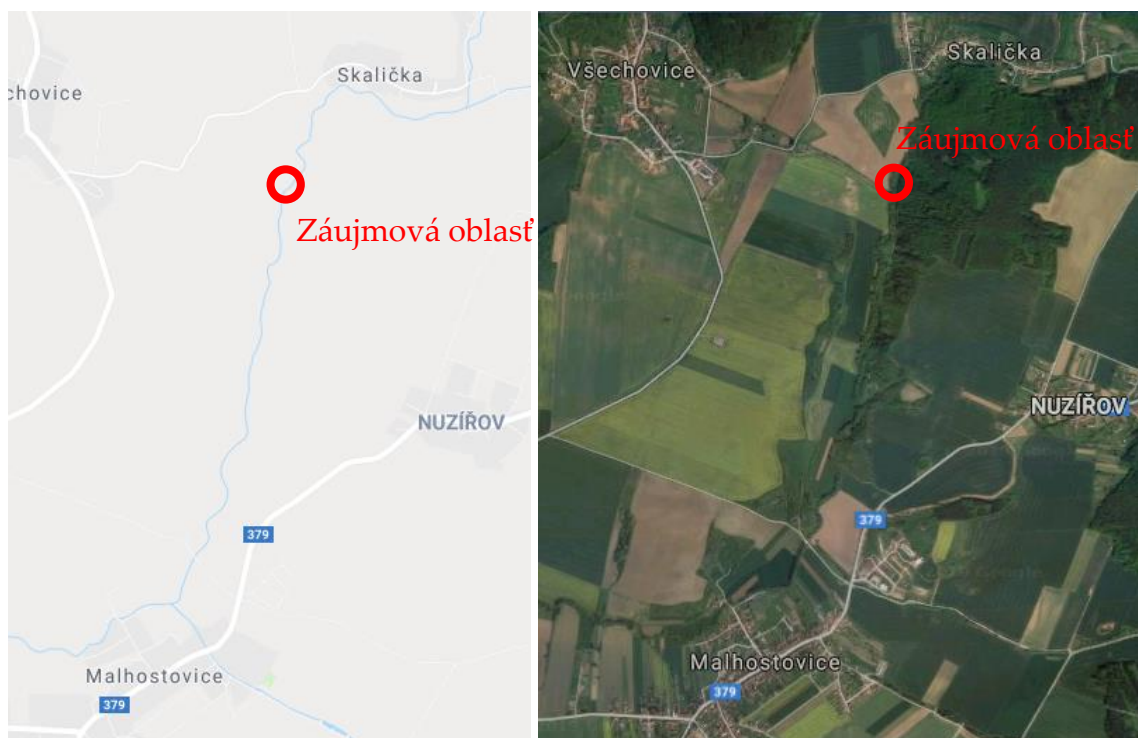
Cieľom bakalárskej práce je zameranie časti údolia potoka Lubě vrátane priľahlej komunikácie s následným vyhotovením tachymetrického plánu a príprava dát pre prípadné predanie k tvorbe DMT.

Spočiatku sa práca venuje predstaveniu lokality a rekognoskácii terénu. Ďalej popisuje meračské práce, počínajúc výberom prístrojov a predstavením metód merania. Vybudovanie meračskej siete prebehlo v spolupráci s Michalom Jiráskom, ktorého bakalárska práca sa venuje zameraniu vedľajšej lokality. Z dôvodu nedostupnosti štátneho bodového poľa na danom území sa zvolilo pripojenie do záväzných referenčných systémov metódou GNSS. Týmto spôsobom sa zameralo 6 pomocných meračských bodov (4001 – 4006) a PMS sa následne doplnila rajónmi o body 4007 až 4010. Súradnice bodov PMS boli transformované do súradnicového referenčného systému JTSK a výšky do výškového referenčného systému Bpv. Podrobné meranie bolo realizované v podrobnosti pre vyhotovenie tachymetrického plánu v mierke 1:500 pre 3. triedu presnosti podľa ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek - Základní a účelové mapy. Nasledujúca časť práce sa zaoberá spracovaním nameraných dát pomocou softvéru Groma. Z vypočítaných súradníc polohy (X, Y) a výšok (H) bol v programe Geostore V6 vytvorený TIN, v ktorom použitím lineárnych interpolačných algoritmov boli vygenerované vrstevnice. Rovnakým spôsobom boli interpolované výšky podrobných bodov kontrolného profilu. PMS slúžiaca pre vytýčenie kontrolného profilu sa vybudovala taktiež v spolupráci s Michalom Jiráskom za použitia obdobného postupu, kde metódou GNSS boli zamerané body 4001 – 4003, 4005 – 4007, nato sa rajónmi doplnili body 4004 a 4008. Testovanie presnosti spočíva v porovnaní výšok interpolovaných z vrstevníc s výškami vypočítanými z merania kontrolných profilov. Testovaných bolo 52 bodov, pričom všetky body splnili kritéria podľa ČSN 01 3410 (viď príloha 08_Test_H). Posledná časť práce je venovaná grafickému spracovaniu jednotlivých príloh. Tachymetrický plán bol vyhotovený v zhode s ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek-Kreslení a značky.

Výsledkom je tachymetrický plán v mierke 1:500 v geodetických referenčných systémoch S-JTSK a Bpv, vyhotovený v súlade s ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411.

2 LOKALITA

Zájmová oblasť nachádzajúca sa v katastrálnych územiach Malhostovice – 690911 a Všechnovice u Tišnova – 787078 leží približne 2,2 km od obce Malhostovice proti smeru toku potoka Lubě a zhruba 0,7 km od obce Skalička po toku Lubě v smere do Malhostovic (obr. 1).



Obr. 1: Zájmová oblasť [17]

2.1 Malhostovice

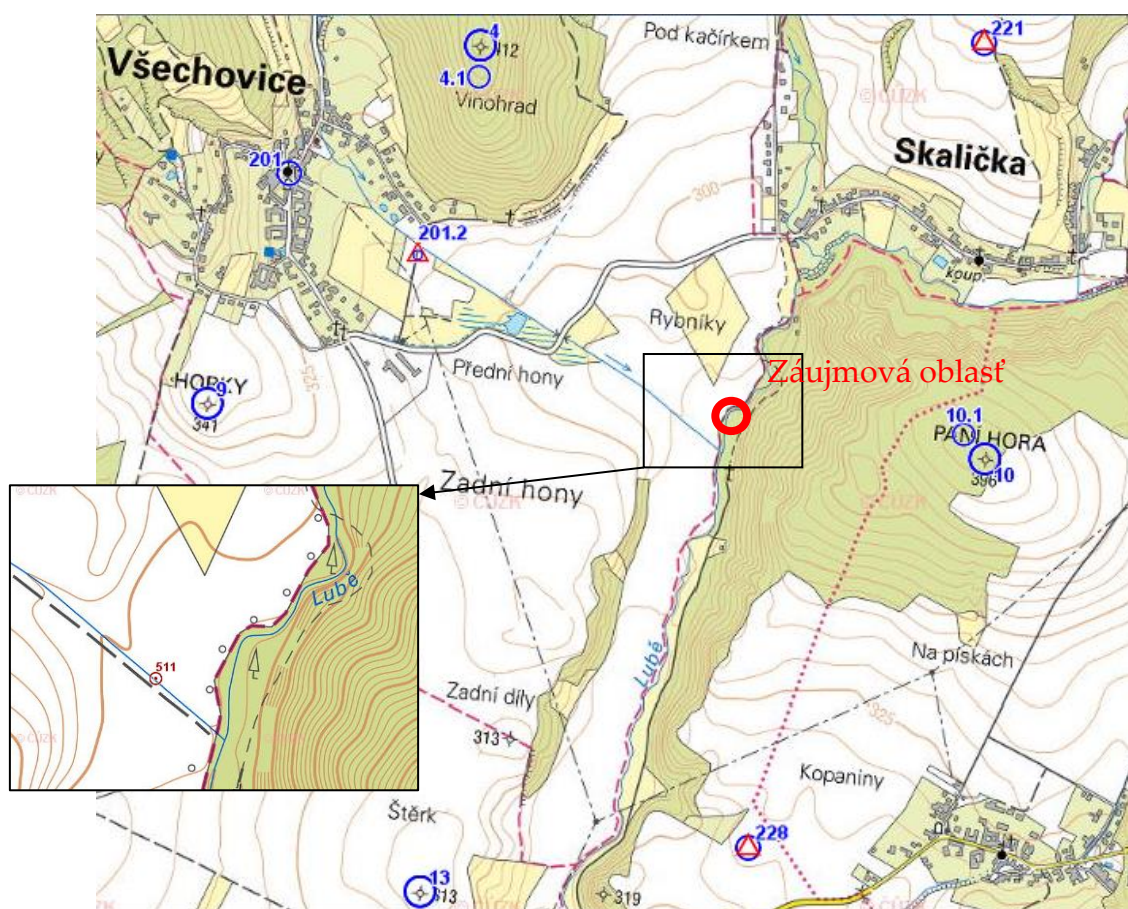
Obec Malhostovice a časť Nuzířov, nachádzajúca sa na rozhraní Českomoravskej vrchoviny a Moravského krasu v okrese Brno-venkov Jihomoravského kraje, leží 21 km severozápadne od Brna. Obec sa rozprestiera vo výške okolo 280 m n. m. v kotline na úpätí nevysokých hrebeňov medzi kopcami Čebínkou (433 m n. m.) a Plůsterem – Paní Horou (319 m n. m.). Nuzířov je položený vo výške 320 m n. m. pod kopcom Kopaniny [1]. Zemepisné súradnice obce Malhostovice: 49.3339N, 16.5026E [2].

2.2 Skalička

Obec Skalička (302 m n. m.) je situovaná v údolí potoka Lubě pod Paní horou v kopcoch severne od Kuřimi. Zemepisné súradnice obce Skalička: 49.3579N, 16.5162E [3].

3 REKOGNOSKÁCIA TERÉNU

Samotnej rekognoskácii v teréne predchádzalo vyhľadanie dostupnosti bodov štátneho bodového poľa na webových stránkach Geoportál ČÚZK – Data-báze bodových poľí [4]. Mapovaná lokalita je však situovaná tak, že v jej okolí sa nenachádzajú žiadne dostupné body štátneho bodového poľa (obr. 2). Bod 787078 00000 0511 podrobného polohového bodového poľa nebol v teréne nájdený. Z tohto dôvodu bolo rozhodnuté, že pripojenie meračskej siete do záväzných referenčných systémov bude realizované prostredníctvom technológie GNSS.



Obr. 2: Štátne bodové pole v okolí záujmovej oblasti [18]

Prístup k danej lokalite zabezpečuje cesta sypaná štrkom, ktorá je využívaná ako cyklotrasa. Tiahne sa pozdĺž potoka a je taktiež predmetom podrobného merania. Z cesty bola dobrá viditeľnosť do okolia, čím sa stala vhodnou pre dočasnú stabilizáciu bodov PMS. Keďže bol predpokladaný pohyb cyklistov a peších osôb, miesta pre stabilizáciu bodov boli volené v blízkosti komunikácie (obr. 3), prípadne na okraji komunikácie v jej širších priehľadných častiach.

Ďalej bolo pri rekognoskácii zistené, že na západnej strane Lubě sa nachádza pole posiate kukuricou. V danom období však kukurica ešte netvorila prekážku pre stabilizáciu pomocných meračských bodov a následné podrobné meranie. Východnú stranu potoka tvorí zalesnený svažitý terén. Hlavnou prekážkou bola hustá vegetácia (obr. 4, 5, 6), preto bolo nutné uvažovať o dostatočnom počte a vhodnom rozmiestnení bodov PMS, tak aby mohlo byť záujmové územie zmapované v dostatočnej podrobnosti.



Obr. 3: FOTO – Dočasne stabilizovaný pomocný meračský bod



Obr. 4: FOTO – Lokalita 1



Obr. 5: FOTO – Lokalita 2



Obr. 6: FOTO – Lokalita 3

4 MERAČSKÉ PRÁCE

4.1 Použité prístroje

Pre zameranie zadanej lokality boli z FAST VUT v Brne zapožičané prístroje:

- Totálna stanica Trimble M3-2" (M3-01-2000), výr. č. D036272, inv. č. 320071
- Prijímač GNSS-RTK Trimble R4, výr. č. 5328440051, inv. č. 318360

4.1.1 Prijímač GNSS-RTK Trimble R4

Technický popis [5]:

- Trimble Maxwell Custom Survey GNSS čip s 220 kanálmi umožňuje paralelné sledovanie signálov: GPS, GLONASS, SBAS, Galileo, Bei-Dou
- Pracovná teplota: -40 °C až +65 °C
- Presnosť SIEŤOVÉ RTK:

Poloha:	10 mm + 1 ppm RMS
Výška:	20 mm + 1 ppm RMS
Doba inicializácie:	typicky <8 sekúnd
Spoľahlivosť inicializácie:	typicky >99,9 %



Obr. 7: Prijímač GNSS-RTK Trimble R4

4.1.2 Totálna stanica Trimble M3-2 "

Technický popis [6]:

- Meranie dĺžok:

Dosah na hranol Ø 6,25 cm:	1,5 m až 3000 m
Bezhranolové meranie dosah max.:	200 m až 500 m
Presnosť (smerodajná odchýlka podľa ISO 17123-4):	
— Hranol	±(2+2 ppm × D) mm
— Bezhranol	±(3+2 ppm × D) mm

Čas merania (štandardný režim ... rýchly štandardný režim):

- Hranol 1,6 s ... 0,8 s
- Bezhranol 2,1 s ... 1,2 s

○ Meranie uhlov:

Presnosť podľa DIN 18723 (vodorovná/zenitová): 2"/0,5 mgon
Minimálny prírastok: 1 mgon

○ Ďalekohľad:

Dĺžka tubusu: 125 mm
Zväčšenie: 30 ×
Zorné pole: 1° 20'
Rozlišovacia schopnosť: 3"
Min. vzdialenosť zaostrenia: 1,5 m

○ Kompenzátor:

Typ: Dvojosí
Rozsah: ±3,5'

○ Pracovná teplota: -20 °C až +50 °C



Obr. 8: Totálna stanica Trimble M3-2"

4.2 Metódy merania

Táto podkapitola popisuje metódy merania, ktoré boli použité pre zmapovanie záujmového územia.

4.2.1 Metóda GNSS

Technické požiadavky pre meranie bodov technológiou GNSS podľa vyhlášky č. 31/1995 Sb. [7]:

„9.1 Při měření a zpracování výsledků měřických prací za použití technologií využívajících GNSS se musí používat takové přijímače GNSS, zpracovatelské výpočetní programy a měřické postupy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřických a výpočetních prací (dále jen „výsledky“). Při měření i početním zpracování je nutné dodržovat zásady uvedené v dokumentaci pro příslušné přístroje i pro použitý zpracovatelský program. K měření je možné využít signály všech zprovozněných a správně fungujících družic všech dostupných globálních navigačních družicových systémů, které jsou založeny na obdobném principu jako americký systém GPS-NAVSTAR.“

„9.4 Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Souřadnice bodu musí vyhovět charakteristikám přesnosti stanoveným touto vyhláškou pro trigonometrické body a zhušťovací body a zvláštním právním předpisem⁹⁾ pro body podrobného polohového bodového pole a podrobné body.“

9) Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška).

„9.5 Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být tedy provedeno při nezávislém postavení družic, tzn., že opakované měření nesmí být provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$$<-l + n.k; n.k + 1> \text{ hodin}$$

kde: k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel

n = 23,9333 hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR a 22,5000 hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.“

„9.6 Výsledek měření GNSS, pro který platí, že hodnota parametru GDOP (Geometric Dilution of Precision) nebo parametru PDOP (Position Dilution of Precision) je větší než 7,0, nelze ověřit pomocí dalšího výsledku měření GNSS, pro který rovněž platí, že hodnota parametru GDOP nebo parametru PDOP je větší než 7,0, jestliže se čas ověřujícího měření vůči času měření ověřovaného nachází v intervalu:

$$<-3 + n.k; n.k + 3> \text{ hodin“}$$

Medzi 4 najznámejšie satelitné systémy GNSS patria GPS–NAVSTAR, GLO-NASS, GALILEO a BeiDou. GNSS sa skladá z 3 segmentov:

- Kozmický segment
- Riadiaci segment
- Užívateľský segment

Kozmický segment je zložený z družíc pohybujúcich sa po takmer kruhových dráhach so sklonom 55° až 65° k rovine rovníka, v závislosti od navigačného systému. Družice vysielajú navigačné správy, ktoré obsahujú informácie o čase, stave, korekcii hodín družice, informácie o ostatných družiciach v systéme (Almanach), dáta pre výpočet polohy družice a údaje pre korekcie (efemeridy). Riadiaci segment sa skladá z riadiaceho strediska a z monitorovacích staníc rozmiestnených po zemskom povrchu. Užívateľský segment tvoria prijímače, ktoré prijímajú signály z družíc momentálne nachádzajúcich sa nad obzorom [8].

Pre výpočet jednoznačnej polohy bodu je potrebné meranie minimálne zo štyroch družíc rovnakého typu satelitného systému, pretože je potrebné určiť 3 súradnice prijímača a opravu z chodu hodín prijímača. Úloha je potom riešená ako priestorové pretínanie z dĺžok. V prípade družicového systému GPS–NAVSTAR sú výsledné súradnice v referenčnom systéme WGS 84. Meranie vzdialeností prebieha kódovým alebo fázovým meraním. Kódové meranie spočíva v zistení času, za ktorý elektromagnetická vlna prekoná vzdialenosť od družice k prijímaču. Vysielaný signál obsahuje elementy PRN kódu (C/A kód a P kód). Prijímač generuje repliku kódu v rovnakom čase, v akom bol vyslaný pôvodný PRN kód. Po prijatí kódu z družice sú oba kódy porovnané a zistí sa rozdiel o aký čas prišiel signál z družice neskôr. Tento časový rozdiel je vlastne časom, ktorý potrebuje signál na prekonanie vzdialenosti medzi satelitom a prijímačom. Presnosť určenia pseudovzdialenosti je u C/A kódu asi 3 m a u P kódu približne 0,3 m. Pri fázovom meraní sa merajú fázové domerania priamo na nosných vlnách signálu GPS, avšak je potrebné určiť tiež počet ambiguit. Priestorová transformácia súradníc z referenčného systému WGS 84 do S-JTSK sa vypočíta použitím transformačného kľúča, a to buď lokálneho (identické body v okolí lokality), alebo globálneho (parametre spočítané pre celé územie štátu).

V geodézii sa využíva relatívne určovanie polohy bodu za využitia diferenciálnych fázových meraní, kde meranie prebieha súčasne na dvoch bodoch naraz, pričom súradnice jedného bodu sú známe. Výsledkom je relatívna poloha prijímača na určovanom bode vzhľadom k referenčnému prijímaču na známom bode. V Českej republike je vybudovaná Česká sieť permanentných staníc pro určování polohy – CZEPOS, ktoré slúžia ako referenčné prijímače.

Metódy určovania polohy GNSS [9]:

1. statická ($m_P = 3 - 5 \text{ mm}$)
2. rýchla statická ($m_P = 5 - 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$)
3. stop and go ($m_P = 10 - 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$)
4. kinematická ($m_P = 20 - 30 \text{ mm} + 3 \text{ ppm}$)
5. RTK – real time kinematic ($m_P = 30 - 50 \text{ mm}$)

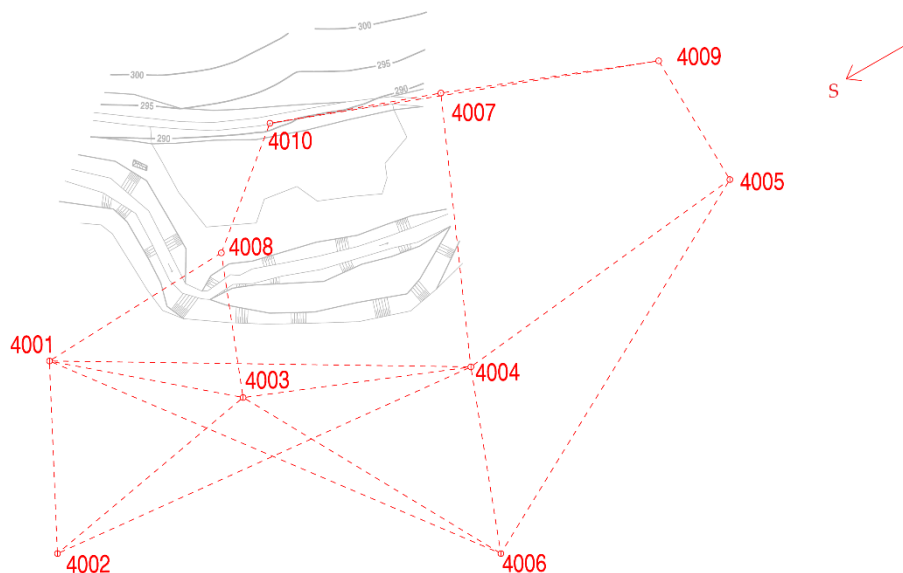
4.2.2 Tachymetrická metóda

Tachymetrická metóda spočíva v súčasnom určení polohy a výšky bodu. Poloha bodu je určená pomocou polárnych súradníc (vodorovný uhol a vodorovná dĺžka) a výšky sú určené trigonometricky zo zenitového uhlu a šikmej dĺžky, pričom je potrebné poznať výšku prístroja a cieľa. Postup merania:

- 1) postavenie prístroja na známom bode,
- 2) zameranie orientačných smerov na známe body,
- 3) meranie podrobných bodov.

V súčasnosti je najpoužívanejšou tachymetrickou metódou tachymetria s elektronickým tachymetrom—dĺžky sú merané laserovými diaľkomermi, ktorými sú vybavené totálne stanice.

4.3 Pomocná meračská sieť



Obr. 9: Schéma PMS

Pri rekognoskácii terénu bolo zistené, že technológiu GNSS nebude možné použiť pre zameranie všetkých bodov pomocnej meračskej siete kvôli vysokým stromom a hustej vegetácii. Preto boli najprv zamerané metódou GNSS pomocné meračské body 4001 až 4006 v príľahlom poli na západnej strane potoka Lubě. Ich poloha bola volená na miestach, kde cez redšiu vegetáciu bolo možné vidieť do vnútra lokality. Pokus o zameranie bodu PMS na čistinke medzi potokom a cestou nevyšiel z dôvodu, že príjmu GPS signálu bránil už spomínaný vysoký porast. Technické požiadavky pre meranie bodov technológiou GNSS podľa vyhlášky č. 31/1995 Sb. [7] boli na bodoch 4001 až 4006 splnené.

Následne prebehlo doplnenie PMS rajónmi o body 4007 až 4010, ktorých poloha bola volená tak, aby z nich bolo možné vidieť na dostatočný počet orientácií a zároveň aby z nich bolo možné zmapovať danú lokalitu v potrebnej podrobnosti. Bod 4007 bol určený rajónom z bodu 4004, bod 4008 z bodu 4001, bod 4009 z bodu 4005 a bod 4010 bol určený dvojnásobným rajónom z bodu 4008. Pomocná meračská sieť bola vytvorená v súlade s Pokynom pro tvorbu účelové mapy [10], teda bola dodržaná prípustná dĺžka rajónu (max. 1000 m, zároveň dĺžka rajónu nesmie byť väčšia ako vzdialenosť k najvzdialenejšiemu orientačnému bodu) a rovnako nebola prekročená prípustná dĺžka voľného polygóneho ťahu najviac troch na seba nadväzujúcich rajónov (max. 250 m). Bod 4002 bol dočasne stabilizovaný kovovou trubkou, ostatné body (4001, 4003 – 4010) boli stabilizované dreveným kolíkom.

PMS bola vytvorená v spolupráci s Michalom Jiráskom, ktorý zmapoval susednú lokalitu, teda pomocné meračské body pokrývajú obe územia a boli využité pri tachymetrickom meraní oboch lokalít.

4.3.1 Pripojenie do záväzných referenčných systémov

Záväzné geodetické referenčné systémy na území Českej republiky sú podľa nariadenia vlády č. 430/2006 Sb. [11]:

- a) „Světový geodetický systém 1984 (WGS84),
- b) Evropský terestrický referenční systém (ETRS),
- c) Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK),
- d) Katastrální souřadnicový systém gusterbergský,
- e) Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský,
- f) Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv),
- g) Tíhový systém 1995 (S-Gr95),
- h) Souřadnicový systém 1942 (S-42/83).“

Pomocná meračská sieť bola polohovo pripojená do S-JTSK a výškovo do Bpv prostredníctvom technológie GNSS.

S-JTSK je určený [11]:

- „Besselovým elipsoidem s parametry $a = 6377397,15508$ m, $b = 6356078,96290$ m, kde „a“ je délka hlavní poloosy, „b“ je délka vedlejší poloosy,
- Křivákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze,
- souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí.“

S-JTSK je pravotočivým systémom, na rozdiel od karteziánskeho súradnicového systému, ktorý je ľavotočivý. Kladná časť osy X smeruje k juhu a kladná časť osy Y smeruje na západ.

Výškový systém Bpv je vzťahnutý na strednú hladinu Baltského mora prostredníctvom referenčného bodu, ktorým je nula morského vodočtu v Kronštadte. Bpv používa normálne Molodenského výšky [12].

4.4 Podrobné meranie

Podrobné meranie bolo realizované tachymetrickou metódou za použitia totálnej stanice Trimble M3-2".

Na každom stanovisku, potom ako bol prístroj zhorizontovaný a zcentrovaný, bola zmeraná výška prístroja a zavedené fyzikálne korekcie z teploty a tlaku vzduchu. Stanoviská boli orientované minimálne na 2 body PMS, pričom na všetky orientácie bola meraná aj dĺžka. Orientácia bola prevedená v dvoch polohách ďalekohľadu. Následne boli zamerané podrobné body v 1. polohe ďalekohľadu. Na každom stanovisku sa zameral minimálne jeden jednoznačne identifikovateľný bod, ktorý bol určený tiež z iného stanoviska. Všetkým bodom boli počas merania pridelované kódy (viď príloha: Technická správa – 01.4 Tabuľka kódov). Po skončení merania podrobných bodov bola pre kontrolu znovu zameraná najkvalitnejšia orientácia. Táto kontrola bola vykonaná z dôvodu odhalenia možného posunu prístroja, ktorý mohol vzniknúť v dôsledku toho, že nohy statívu boli v niektorých prípadoch zapichnuté v podmäčanej pôde, ktorá sa mohla následkom pohybu merača okolo prístroja usadiť a tým spôsobiť pohyb nôh statívu.

Predmetom podrobného merania boli polohopisné prvky ako cesta, potok a hranice druhov pozemkov. Z výškopisnej zložky boli zameriavané hrany a päty svahov. Na miestach s monotónnym spádom boli volené podrobné body v štvorcovej sieti o dĺžke strany 2–3 cm v mierke mapy. To znamená, že v tachymetrickom pláne mierky 1:500 bude rozstup podrobných bodov v teréne 10–15 m. Hustota a počet týchto bodov bola tiež volená tak, aby bol čo najvernejšie zobrazený tvar a členitosť terénu.



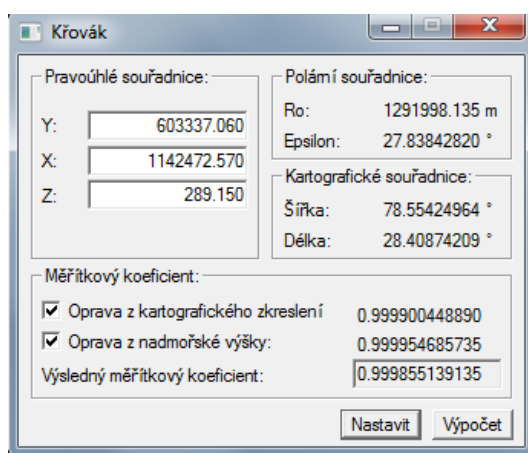
Obr. 10: Podrobné meranie

5 SPRACOVANIE NAMERANÝCH DÁT

5.1 Spracovanie zápisníkov

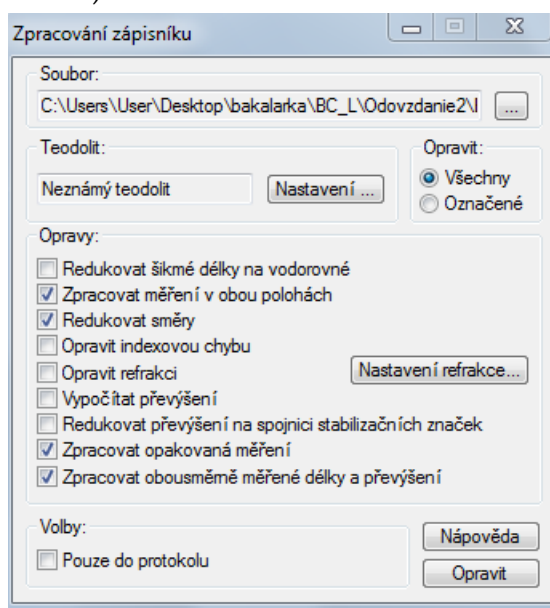
Namerané dáta boli spracované v softvéri Groma v.12.0. Pred importom dát bolo potrebné skontrolovať a poopraviť základné nastavenia programu ako napríklad typ a formát záznamníka, či voľby protokolu.

Po importe súradníc pomocných meračských bodov, ktoré boli získané z protokolu určenia bodov technológiou GNSS, boli nastavené matematické korekcie pomocou nástroja „Křovák“ (obr. 11). Pri importe záznamu z merania boli všetky dĺžky vynásobené výsledným mierkovým koeficientom.



Obr. 11: Mierkový koeficient

V ďalšom kroku prebehlo spracovanie zápisníka, pričom boli spracované merania v oboch polohách, obojsmerne merané dĺžky a prevýšenia, opakované merania a tiež boli redukované smery. V tomto kroku bol využitý nástroj „Zpracování zápisníku“ (obr. 12).



Obr. 12: Spracovanie zápisníku

Nasledoval výpočet zápisníka polárnou metódou, kde boli najprv dypočítané body PMS určené rajónom a tomu nadväzoval výpočet podrobných bodov. Súradnice jednoznačne identifikovateľných bodov určených z viacerých stanovísk boli uložené ako priemer jednotlivých určení (obr. 13). Priebeh výpočtu je doložený protokolom a výsledkom je zoznam súradníc nových bodov.

Polární metoda									
Bod	Hz	Z	dH	V cíle	Délka	Y	X	H	Popis
787078000010159	386.1797	99.5613		1.55	50.89	603370.19	1142511.20	289.43	IB
Kontrolní určení bodu číslo 787078000010159									
Bod	Y	X	H	Popis					
Starý	603370.21	1142511.20	289.43						
Nový	603370.19	1142511.20	289.43						
Rozdil	0.01	0.01	-0.00	Polohová odchylka: 0.02 Stř. souř. chyba: 0.01					
Uložený	603370.20	1142511.20	289.43						
	(Průměr)	(Průměr)	(Průměr)						

Obr. 13: Kontrolné určenie bodu

5.2 DMT

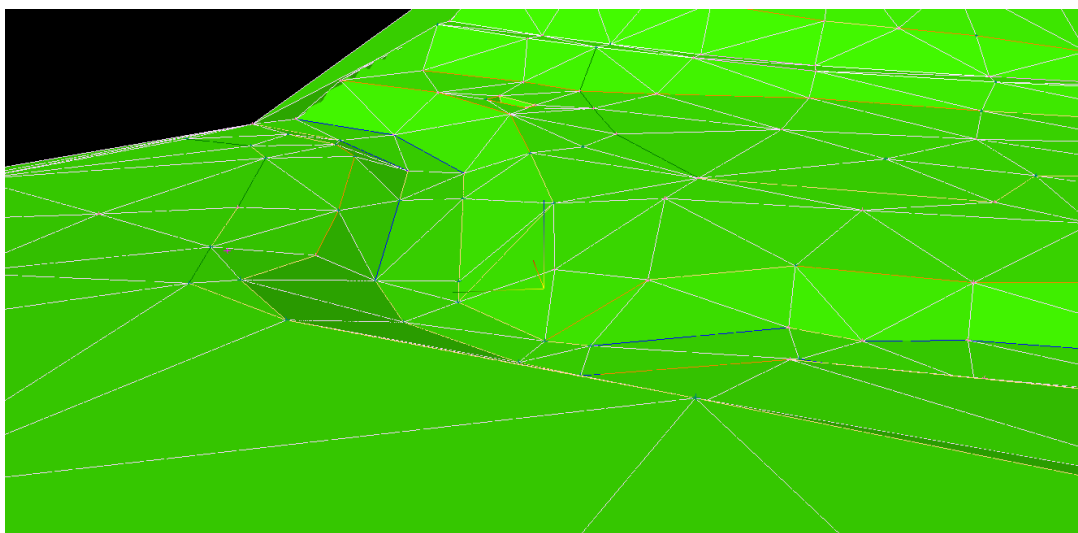
Vo všeobecnosti môže byť termín DMT použitý na označenie všetkých digitálnych modelov (DMT, DMR, DMP), nehladiac na použitú techniku modelovania a na to, aká časť terénu je nimi reprezentovaná. Ide o digitálnu reprezentáciu terénu, reliéfu alebo povrchu, ktorá je zložená z dát a interpolačných algoritmov, pomocou ktorých je možné interpolovať výšky medziľahlých bodov. DMP (DSM) vyjadruje vrchnú časť terénu, DMR (DTM) popisuje terénny reliéf bez terénnych predmetov a DMT ako prípad digitálneho modelu reprezentuje terén aj s objektami, ktoré ho pokrývajú. DVM (DEM) ako 2,5D rastrový model predstavuje skôr modelovaciu techniku. DVM je možné charakterizovať ako konkrétny prípad DMR, keďže zvyčajne reprezentuje terénny reliéf [13].

Terénne modely sa rozdeľujú podľa typu elementárnych plôch na [13]:

- polyedrický model
- plátový model
- rastrový model

Zo spracovaných dát bol v programovom prostredí GeoStore V6-3D vytvorený DMR, vyjadrený polyedrickým modelom. Tento model slúžil k vykresleniu vrstevníc a pre interpoláciu výšok bodov kontrolného profilu.

Polyedrický model je tvorený nepravidelnými trojuholníkovými plôškami. V trojuholníkoch je použitá lineárna interpolácia. Pre tento typ modelu je charakteristické, že hustota bodov na zobrazovanom území závisí od členitosti terénu. Členitejší terén znamená väčšiu hustotu bodov [13].



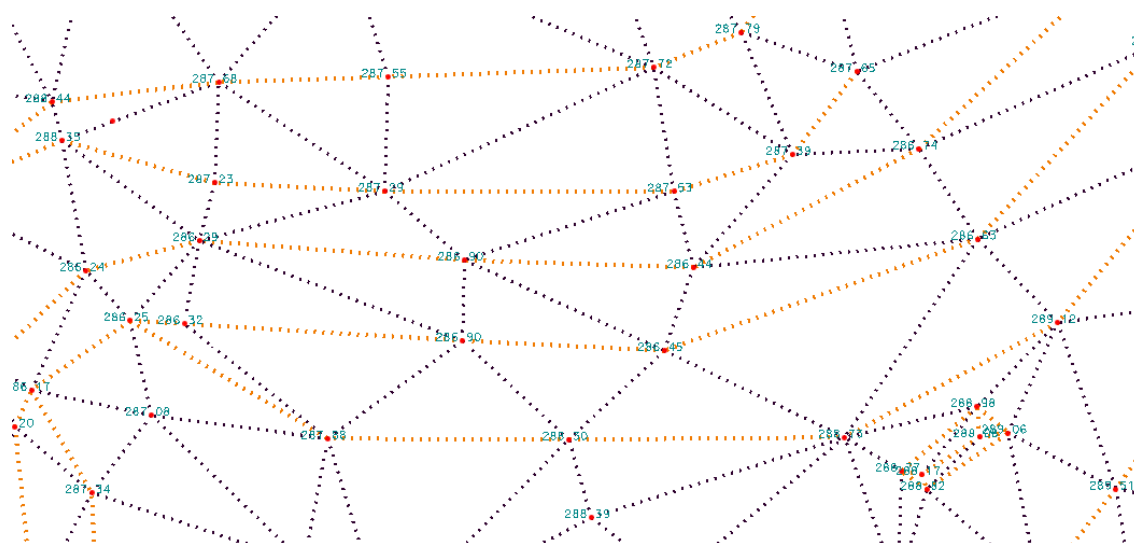
Obr. 14: Polyedrický model (GeoStore V6-3D)

5.3 TIN

TIN je vektorový popis polyedrického modelu so zavedením vzťahov medzi jednotlivými trojuholníkmi. Jeho štruktúra je tvorená zoznamom súradníc vrcholov všetkých trojuholníkov, zoznamom vrcholov jednotlivých trojuholníkov a súborom informácií o susedných trojuholníkoch [13].

Vytvorenie TINu prebiehalo v softvéri GeoStore V6-3D nasledovne:

1. Najprv bol natiahnutý zoznam súradníc nových bodov.
2. Využitím šablóny VUT1 bola vykreslená polohopisná kresba, hrany a päty svahov.
3. Povinné hrany boli generované prostredníctvom funkcie TIN.
4. V 3D okne boli na podklade kresby upravené nesprávne vygenerované povinné hrany a tým bola vytvorená finálna podoba TINu.



Obr. 15: Ukážka TIN

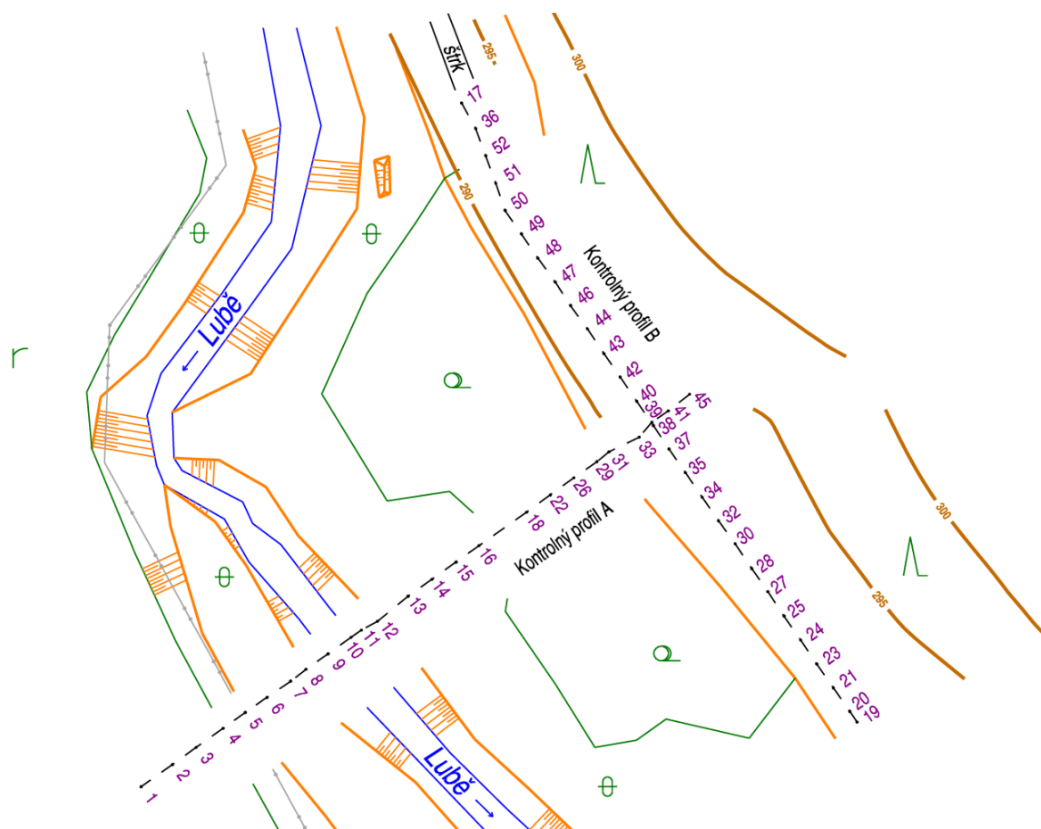
6 TESTOVANIE PRESNOSTI VÝŠOK H

6.1 Kontrolný profil

PMS pre kontrolné meranie bola vytvorená takisto v spolupráci s Michalom Jiráskom obdobným spôsobom, akým bola vytvorená PMS pre podrobné meranie, ktorá je popísaná v podkapitole „4.3. Pomocná meračská sieť“. Technológia GNSS bola použitá pri zameraní bodov 4001–4003 a 4005–4007. Pomocný meračský bod 4004 bol určený rajónom z bodu 4003 a bod 4008 bol určený rovnako rajónom z bodu 4007.

Podrobné body kontrolného profilu boli projektované v miestach zmeny terénu, zmeny druhu povrchu a na monotónnych úsekoch v konštantných rozstupoch 3 m.

Následne boli v teréne vytýčené dva kontrolné profile v navzájom kolmých smeroch (obr. 16). Kontrolný profil „B“ je vedený pozdĺž cesty a kontrolný profil „A“ ukazuje výškovú zmenu terénu v smere kolmom k ceste (viď prílohy: 03_Kontrolný_profil_A, 03_Kontrolný_profil_B).



Obr. 16: Schéma kontrolných profilov

Postup spracovania nameraných dát je popísaný v podkapitole „5.1. Spracovanie zápisníkov“. Výsledkom je zoznam súradníc nových bodov kontrolného profilu.

6.2 Test presnosti výšok

Testovanie presnosti výšok H spočívalo v porovnaní výšok kontrolného profilu interpolovaných z TINu, ktorý bol vytvorený na základe podrobného merania (viď podkapitola: 5.3. TIN), s výškami zo zoznamu súradníc nových bodov kontrolného profilu, ktoré boli získané z výpočtu merania kontrolných profilov. Test presnosti bol prevedený podľa ČSN 01 3410 [14].

Na bodoch kontrolného profilu boli vypočítané rozdiely výšok ΔH :

$$\Delta H = H_m - H_k$$

pričom H_m označuje výšku podrobného bodu kontrolného profilu interpolovanú z TINu a H_k je označenie pre výšku získanú kontrolným určením toho istého bodu.

Výberová smerodajná výšková odchýlka s_H je daná vzťahom:

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \times N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2}$$

kde koeficient k má hodnotu 2 pre opakované určenie bodu s rovnakou presnosťou a N predstavuje počet bodov použitých pre testovanie presnosti.

Presnosť určenia výšok sa považuje za vyhovujúcu, ak sú splnené nasledujúce podmienky:

- a) Rozdiely výšok ΔH vyhovujú kritériu

$$|\Delta H| \leq 2u_H \times \sqrt{k}$$

- b) Je prijatá štatistická hypotéza, že výber prislúcha stanovenej triede presnosti, teda výberová smerodajná výšková odchýlka s_H vyhovuje kritériu

1. pre spevnený povrch

$$s_H \leq \omega_N \times u_H$$

2. pre nespevnený povrch

$$s_H \leq 3\omega_N \times u_H$$

3. pre výšky H_m určené z vrstevníc

$$s_H \leq \omega_N \times u_v$$

Pre 3. triedu presnosti platí, že koeficient $u_H = 0,12 \text{ m}$ a $u_v = 0,50 \text{ m}$. Koeficient k má takisto ako v predchádzajúcom prípade hodnotu 2 pre opakované určenie bodu s rovnakou presnosťou. Pre koeficient ω_N bola použitá hodnota 1,10 podľa Pokynu pro tvorbu účelové mapy [10].

Všetky testované body kontrolného profilu splnili kritéria testovania presnosti výšok pre 3. triedu presnosti (viď príloha: 08_test_H). Rozdiel výšok ΔH dosiahol najvyššiu hodnotu $|\Delta H_{\max}| = 0,23 \text{ m}$, táto hodnota spĺňa kritérium $|\Delta H| \leq 0,34 \text{ m}$. Pre výšky H_m určené z vrstevníc platí kritérium $s_H \leq 0,55 \text{ m}$ pri danom počte podrobných bodov kontrolného profilu. Výberová smerodajná výšková odchýlka dosiahla hodnotu $s_H = 0,06 \text{ m}$, teda spĺňa podmienku $0,06 \text{ m} \leq 0,55 \text{ m}$.

7 GRAFICKÉ VÝSTUPY

Táto kapitola sa zaoberá grafickým spracovaním tachymetrického plánu a ďalších príloh, ktorými sú meračské náčrty, kontrolný profil, prehľadný náčrt PMS pre podrobné meranie, a tiež prehľadný náčrt PMS kontrolného profilu.

7.1 Teoretický základ

7.1.1 Definícia mapy a plánu

7.1.1.1 Mapa

Mapa je zmenšený generalizovaný konvenčný obraz Zeme alebo jej časti prevedený do roviny prostredníctvom matematicky definovaných vzťahov, teda užitím kartografického zobrazenia. Obsah mapy je tvorený polohopisom, popisom a prípadne aj výškopisom [15].

Rozdelenie máp podľa obsahu v zhode s ČSN 01 3410 [14]:

- Základné mapy, mapy so základným všeobecne využitelným obsahom, ktorý stanovuje príslušný technický predpis. Základné mapy vznikajú spravidla pôvodným mapovaním, môžu byť základom pre tematické mapy.
- Účelové mapy — tematické mapy veľkých mierok, ktorých obsah, okrem prvkov základných máp, je tvorený ďalšími predmetmi merania a šetrenia určenými účelom, na ktorý sú vyhotovované.

7.1.1.2 Plán

Plán je zmenšený generalizovaný konvenčný obraz malej časti zemského povrchu prevedený do roviny pri zanedbaní zakrivenia Zeme a bez užitia kartografického zobrazenia, respektíve je to zvislý priemet predmetov merania do vodorovnej roviny [15].

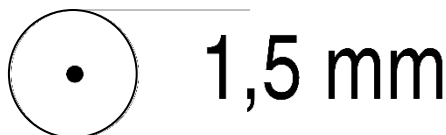
7.1.1.3 Tachymetrický plán

Pre účely tejto bakalárskej práce je tachymetrický plán chápaný ako účelová mapa, teda prevedenie mapovaného územia do roviny prebehlo pomocou matematicky definovaných vzťahov (kartografickým zobrazením). Pri ďalšom grafickom spracovaní tachymetrického plánu sa postupovalo ako pri spracovaní účelovej mapy podľa ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek-Kreslení a značky.

7.1.2 Zobrazenie polohopisu

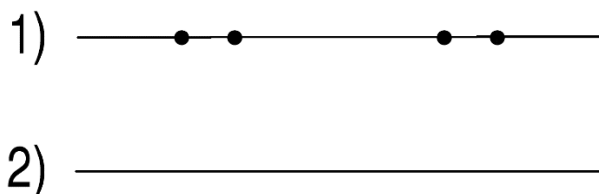
Zobrazenie niektorých polohopisných prvkov, ktoré boli použité pri tvorbe tachymetrického plánu podľa ČSN 01 3411 [16]:

- Kreslenie pomocných meračských bodov:
 - 1) v náčrte — červene,
 - 2) v účelových mapách — čierne.



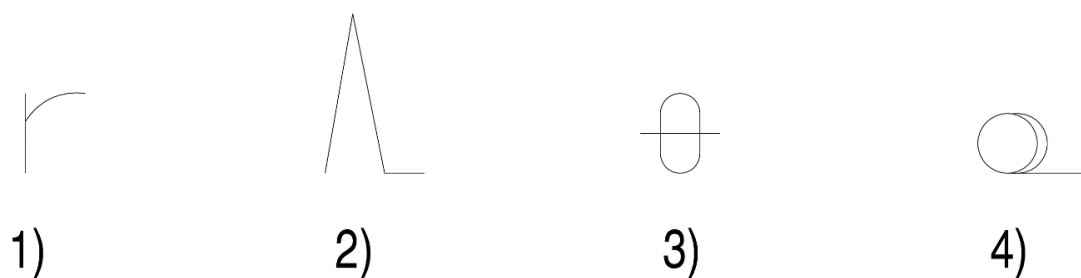
Obr. 17: Pomocný meračský bod — značka 1.07

- Hranice sa v mape zobrazujú ako priame spojnice lomových bodov. Krivkami možno zobrazíť hranice, ktorých tvar nie je možné zobrazíť priamymi spojniciami. Jednotlivé hranice sa kreslia:
 - 1) hranice katastrálneho územia — značka 2.06,
 - 2) hranice druhov pozemkov zhora viditeľné — značka 2.19.



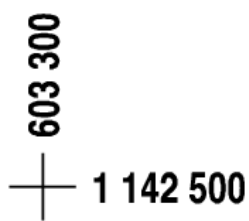
Obr. 18: Znázornenie uvedených druhov čiar

- Druhy pozemkov a spôsob užívania sa vyznačujú značkami. Pokiaľ sa značka v mape nezmesť do parcely, nekreslí sa. V náčrte sa značky umiestnia vždy. Príklady jednotlivých označení druhov pozemkov a spôsobu užívania:
 - 1) orná pôda — zn. 3.01,
 - 2) lesná pôda bez označenia druhu porastu — zn. 3.08,
 - 3) neplodná pôda — zn. 3.16,
 - 4) krovinatý porast — zn. 3.11.



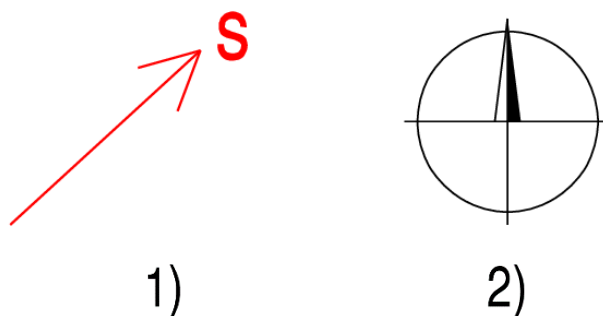
Obr. 19: Znáozornenie označení uvedených druhov pozemkov

- Konštrukčné prvky ako rám mapového listu a priesečníky súradnicovej siete sa kreslia tenkou plnou čiarou. Priesečníky siete pravouhlých súradníc sa označujú krížikom o dĺžke všetkých štyroch ramien 4 mm. V okrajovom náčrtku sa píše aj označenie mapových listov, na ktorých sa nachádza daná lokalita [10].



Obr. 20: Príklad súradnicového krížika s popisom

- Orientácia k severu sa vyznačuje:
 - 1) v náčrte — červená šípka dĺžky 20 mm a pred ňou písmeno S,
 - 2) v účelovej mape — smerová ružica.



Obr. 21: Označenie severu v náčrte a v účelovej mape

7.1.3 Vyjadrenie výškopisu

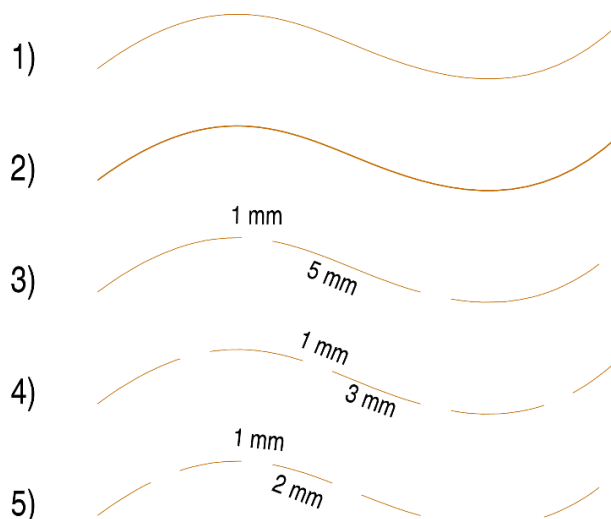
Výškopis sa v účelových mapách vyjadruje vrstevnicami, výškovými kótami a technickými šrafami.

7.1.3.1 Vrstevnice

V jednofarebných mapách sa vrstevnice kreslia vo farbe polohopisu, vo viacfarebných mapách sa vrstevnice kreslia hnedou farbou [16].

Rozdelenie vrstevníc podľa Pokynu pro tvorbu účelové mapy [10]:

- 1) vrstevnica základná — zn. 9.01,
- 2) vrstevnica zdôraznená — zn. 9.03,
- 3) vrstevnica doplnková pre polovicu základného intervalu — zn. 9.05,
- 4) vrstevnica doplnková pre štvrtinu základného intervalu — zn. 9.05,
- 5) vrstevnica pomocná — zn. 9.06.



Obr. 22: Príklady vrstevníc

Hrúbka čiary vrstevnice základnej, pomocnej a doplnkovej je 0,18 mm, zdôraznená vrstevnica sa kreslí čiarou hrubou 0,35 mm [10].

Interval základných vrstevníc sa volí spravidla 0,20 m až 1,00 m, zdôraznené vrstevnice sa kreslia v päťnásobku základného intervalu [16].

Nadmorské výšky sa uvádzajú do prerušených zdôraznených vrstevníc, hlavou v smere stúpania, tak aby bola zachovaná prehľadnosť mapy [16].

Vrstevnice sa nekreslia v skalách, medzi hranicami vodnej hladiny, cez šrafované plochy, v mapách mierok 1:2000 a väčších cez plochy stavebných objektov. Na miestach prudkého sklonu, kde by v mape boli základné vrstevnice s medzerou menšou ako 0,5 mm sa kreslia iba vrstevnice zdôraznené [10].

7.1.3.2 Výškové kóty

Podrobný výškový bod sa v mape označí značkou 9.12, avšak pokiaľ je takýto bod totožný s polohopisným bodom značka 9.12 sa nekreslí. Nadmorské výšky podrobných bodov sa uvádzajú v metroch na jedno desatinné miesto, na spevnenom povrchu na dve desatinné miesta [16].

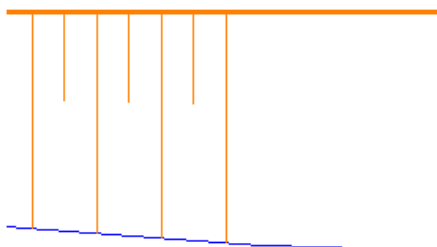
289.4

Obr. 23: Podrobný výškový bod (9.12) s výškovou kótou

7.1.3.3 Technické šrafy

Technické šrafy sa používajú na miestach, kde nie je možné vyjadriť tvary zemského povrchu vrstevnicami. Ďalej sa nimi zobrazujú umelo vytvorené tvary (násypy, jamy apod.) a stupne prebiehajúce súbežne z vrstevnicami. Šrafy nemusia byť vykreslené v celom priebehu terénneho stupňa. Horná a dolná hrana terénneho stupňa sa označí výškovými kótami, v prípade nedostatku miesta sa použije relatívna kóta v mieste najväčšieho výškového rozdielu [16].

Obrysy šrafovaných plôch sa kreslia len ak sa neprekrývajú z polohopisnou kresbou alebo ak sú od nej vzdialené viac ako 0,5 mm. Takmer nerozpoznaťelné hrany šrafovaných plôch sa nekreslia [16].



Obr. 24: Spodná hrana šrafovanej plochy prekrytá polohopisnou kresbou

7.1.3.4 Terénne stupne

Terénny stupeň (značka 9.09) užší ako 0,5 mm v mape sa zobrazí hrubou čiarou s vyznačením spádovky a relatívnej kóty v mieste najväčšieho výškového rozdielu. Zdôraznené vrstevnice sa prerušia vo vzdialenosti 0,3 mm od tejto značky [16].

7.1.3.5 Náznak horizontály a hrebeňovky

Údolnice, hrebeňovky a náznaky horizontál sa kreslia iba v náčrte, a to hnedou farbou [16].

7.2 Tachymetrický plán

Grafické spracovanie tachymetrického plánu bolo realizované v programe MicroStation PowerDraft V8i v súlade s ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek- Kreslení a značky [16]. Jednotlivým prvkom obsahu mapy sú pridelené atribúty podľa tabuľky atribútov uvedenej v Pokynu pro tvorbu účelové mapy [10].

	Obsah	Vrstva	Barva	Tloušťka	Styl	značka	Font	Výška [mm]	Šířka [mm]
1. Body a výškové kóty									
1	Body (elementy)	1	5	4	0				
1	Podrobné body - čísla	2	0	0	0		159	0,25	0,25
1	Podrobné body - výškové kóty	3	70	0	0		158	1,6	1,4
1	Podrobné výškové body (terén) - značky	5	70	0	0	9.12			
1	Body bodových polí a pomocné měřické body - čísla	6	0	0	0		158	1,9	1,9
1	Body bodových polí a pomocné měřické body - výšky	7	70	0	0		158	1,9	1,9
1	Body bodových polí a pomocné měřické body - značky	8	0	0	0	1.01-1.04 1.07			
1	Zdůrazněné vrstevnice – výškové kóty (popis)	25	70	0	0		160	1,9	1,9
3. komunikace, ploty, hranice, ostatní									
3	Cesty, chodníky, zpevněné plochy, mosty, ...	15	0						
3	Hranice druhů pozemků a způsobů využívání	16	146	0	0				
3	Druhy pozemků - bodové značky	16	146	0	0				
3	Vodstvo	21	1	0	0				
4. Výškopis - vrstevnice a terénní tvary									
4	Šrafy svahů	22	6 0	0	0				
4	Hrany svahů	23	6 0	2	0				
4	Vrstevnice základní	24	70	0 1	9.01				
4	Vrstevnice zdůrazněná	25	70	0 3	9.03				
4	Vrstevnice doplňková v polovičním intervalu	26	70	1	9.050				
4	Vrstevnice doplňková ve čtvrtinovém intervalu	26	70	1	9.051				
6. Popisy									
6	Popis ploch	35	0	0	0		159	1,6	1,6
6	Popis vodních toků	21	1	0	0		159	2,3	2,3
7. Ostatní náležitosti výkresu									
7	Legenda	60					1	2,3	2,3
7	Okrajové náčrtky, označení mapových listů	61	0	0	0 2		33 158	2,3	1,6
7	Průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic, rohy ML	62	0	0	0				
7	Popis průsečíků sítě pravoúhlých souřadnic	62	0	0	0		160	1,9	1,9
7	Směrová růžice	62	0	0	0	SEVER SEVERP			
7	Ohraničení výkresu	63	0	0	0				
7	Popisová tabulka	63	0		0				

Tloušťky čar:

0 = 0,13 mm; 1 = 0,18 mm; 2 = 0,25 mm; 3 = 0,35 mm; 4 = 0,50 mm; 5 = 0,70 mm; 6 = 1,00 mm

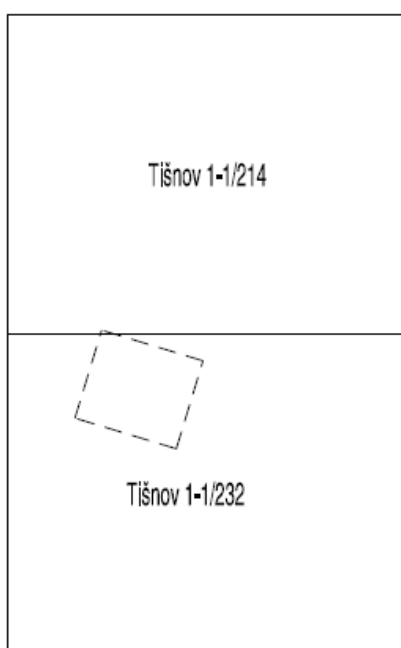
Tab. 1: Tabuľka atribútov použitých prvkov obsahu mapy [10]

Zoznam súradníc nových bodov podrobného merania bol importovaný do modelu typu výkres s názvom Body prostredníctvom príkazu „mdl load groma“.

V modeli typu výkres s názvom Kresba boli v prvom rade vyobrazené prvky polohopisu a následne bola vyhotovená výškopisná časť kresby. K vykresleniu technických šraf bol využitý softvér MGEO a vrstevnice boli vyhotovené v programe GeoStore V6-3D. Na miestach s veľkým rozstupom základných vrstevníc boli vynesené vrstevnice doplnkové pre polovicu, prípadne pre štvrtinu základného intervalu.

Pre zvýšenie prehľadnosti tachymetrického plánu sú nadmorské výšky niektorých podrobných bodov uvedené v tvare, v ktorom sú vynechané rády vyššie ako jednotky metrov (napr. kóta 292.5 je uvedená v tvare 2.5).

Ďalej bol vytvorený model arch s názvom Tachymetrický plán, v ktorom bol dotvorený finálny tlačový výstup (viď príloha: 09_Tachymetrický_plán). V tomto modeli boli s využitím programu MGEO doplnené priesečníky siete pravouhlých súradníc (obr. 20) a okrajový náčrtok s označením mapových listov (obr. 25). V poslednom kroku bola vyhotovená legenda, vložená smerová ružica (obr. 21) a popisná tabuľka (tab. 2).



Obr. 25: Okrajový náčrtok s označením mapových listov

SOUŘ. SYSTÉM	VÝŠK. SYSTÉM	MĚŘIL	VYPRACOVAL	OVĚŘIL	VUT v Brně, Fakulta stavební Ústav Geodézie Veveří 95 602 00 Brno	
S-JTSK	Bpv	Kučeravý Peter	Kučeravý Peter			
Okres: Brno-venkov		Obec, katastrální území: Malhostovice 690911,Všechnovice u Tišnova 787078				
<div>Zaměření části údolí potoka Lubě</div>						
<div>Tachymetrický plán</div>					Číslo zakázky	
					Datum	20. 02. 2019
					Příloha č.	09
					Formát	A3
					Měřítko	1 : 500
					Tř, přes, map.	3

Tab. 2: Popisná tabuľka

7.3 Doplnkové grafické výstupy

Meračské náčrty, kontrolný profil aj prehľadné náčrty boli vypracované v softvéri MicroStation PowerDraft V8i.

7.3.1 Meračské náčrty

Vyhotovené boli dva meračské náčrty (viď prílohy: 02_MN_1, 02_MN_2) v elektronickej podobe na základe kódov, ktoré boli pridelované bodom počas merania. Vypracovanie náčrtov sa riadilo Pokynem pro tvorbu účelové mapy.

Meračské náčrty obsahujú:

- body PMS — červenou farbou značka 1.07 a poradové číslo bodu, červenou čiarkovanou čiarou sú vyznačené rajóny a orientačné smery na body PMS,
- podrobné body — označené ležatým krížikom a poradovým číslom bodu v hnedej farbe, opakovane určené podrobné body sú vyznačené podčiarknutím čísla bodu,
- rozhranie druhov povrchu a ich označenie príslušnou značkou alebo popisom — čiernou farbou,
- vodný tok – modrou farbou,
- hrany terénnych stupňov, technické šrafoy, priebeh čiar terénnej kositry a náznaky horizontál — hnedou farbou,
- ohraničenie náčrtov — striedavá čiara žltej farby,
- čísla susedných náčrtov,
- orientácia náčrtu k severu (obr. 21),
- mierka náčrtu,
- číslo náčrtu a názov katastrálneho územia,
- popisné pole — posledné číslo podrobného bodu, vyhotovil, dátum.

7.3.2 Kontrolný profil

Kontrolný profil graficky znázorňuje výškové rozdiely medzi podrobným meraním a kontrolným meraním, takisto zobrazuje výškovú členitosť terénu (viď prílohy: 03_Kontrolný_profil_A, 03_Kontrolný_profil_B).

7.3.3 Prehľadné náčrty

Prehľadný náčrt PMS ukazuje rozloženie pomocných meračských bodov a z nich zamerané orientačné smery a rajóny. V náčrte sú rozlíšené body určené metódou GNSS a body určené rajónmi.

Prehľadný náčrt kontrolného profilu a PMS znázorňuje okrem rozloženia pomocných meračských bodov aj umiestnenie kontrolného profilu v teréne. V náčrte sú jednotlivým podrobným bodom kontrolného profilu pridružené poradové čísla a výšky určené kontrolným meraním.

8 ZÁVER

Táto práca sa zaoberá vyhotovením tachymetrického plánu údolia potoka Lubě mierky 1:500 v 3. triede presnosti. Spracovanie tachymetrického plánu a ďalších príloh sa riadilo normami ČSN 01 3410, ČSN 01 3411 a Pokynem pro tvorbu účelové mapy.

Použité prístroje a použité metódy merania sú v krátkosti popísane v kapitole „4. MERAČSKÉ PRÁCE“, ďalej sa táto kapitola zaoberá vytvorením PMS a jej pripojením do záväzných referenčných systémov S-JTSK a Bpv prostredníctvom technológie GNSS a následným podrobným meraním.

Výpočtové práce prebehli v programe Groma v.12.0 a k ďalšiemu spracovaniu vypočítaných dát boli využité softvéry GeoStore V6-3D, MicroStation PowerDraft a MGEO.

Testovaním presnosti výšok bolo zistené, že všetky testované podrobné body kontrolného profilu splňujú kritéria pre 3. triedu presnosti podľa ČSN 01 3410. Najväčší rozdiel výšok medzi podrobným meraním a kontrolným meraním bol zaznamenaný na bode s poradovým číslom 29 a činí $|\Delta H_{\max}| = 0,23$ m. Tento výškový rozdiel bol pravdepodobne zapríčinený tým, že sa bod nachádzal v kroví a poraste blízko spodnej hrany svahu. Výška mohla byť preto ovplyvnená koreňmi krovín a svažitým terénom.

Záverečná časť práce sa zaoberá grafickým spracovaním tachymetrického plánu a vyhotovením ostatných grafických výstupov. Tachymetrický plán bol vytvorený tak, aby spĺňal grafické náležitosti podľa ČSN 01 3411 a Pokynu pro tvorbu účelové mapy.

9 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] O obci: Malhostovice. Malhostovice: Titulní stránka [online]. 2010 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <http://www.malhostovice.eu/o%2Dobci/ds-5501/p1=213>
- [2] Malhostovice. Místopisný průvodce po České Republice - přehledný seznam obcí České republiky [online]. b.r. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/8399/malhostovice/>
- [3] Obec Skalička. Obec Skalička [online]. Copyright ©, 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://obec-skalicka.cz/>
- [4] Geoportál ČÚZK [online]. 2010 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(bmcneqhm1ecysibx2rtavi5o\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=bodpole_info&side=bodpole&head_tab=sekce-02-gp&menu=27](https://geoportal.cuzk.cz/(S(bmcneqhm1ecysibx2rtavi5o))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=bodpole_info&side=bodpole&head_tab=sekce-02-gp&menu=27)
- [5] GEOTRONICS PRAHA - Váš GEOSHOP [online]. Copyright ©qR [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155\]-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf](http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155]-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf)
- [6] Geotronics Slovakia [online]. Copyright © [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE_TrimbleR4_GNSS_DS.pdf
- [7] Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. b.r. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-31#prilohy>
- [8] JIŘÍ, Šebesta. GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY [online]. b.r. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: http://www.urel.feec.vutbr.cz/~sebestaj/RAR/literatura/Globalni_navigacni_systemy.pdf
- [9] ČÁBELKA, Miroslav. Úvod do GPS [online]. Praha, 2008 [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps?student_welcome=1
- [10] KALVODA, Petr. POKYN PRO TVORBU ÚČELOVÉ MAPY. Brno, 2011. (Posledná aktualizácia 17. 10. 2015).

- [11] Nařízení vlády č. 430/2006 Sb.: Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. b.r. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-430>
- [12] Geodetické systémy a transformácie. Geoportál [online]. b.r. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <https://www.geoportal.sk/sk/geodeticke-zaklady/geodeticke-systemy-transformacie/?nastavene=1>
- [13] KALVODA, Petr. 09_GE10_DMT.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. b.r. [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [14] ČSN 01 3410. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT: Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy. Praha, 2014.
- [15] KALVODA, Petr. 01_GE10_Mapování.pdf. Document Moved. FAST Moodle e-learning [online]. b.r. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [16] ČSN 01 3411. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT: Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. Praha, 1989.
- [17] Mapy Google [online]. 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/place/666+03+Malhostovice/@49.3444456,16.4988826,14z/data=!4m5!3m4!1s0x4712855845d5a301:0x400af0f66156b40!8m2!3d49.3335986!4d16.5022218?hl=sk>
- [18] Bodová pole. Geoportál ČÚZK [online]. b.r. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=503>

10 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

GNSS	Globálny družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System)
GPS	Družicový polohový systém (Global Positioning System)
RTK	meranie GPS v reálnom čase (Real Time Kinematic)
PMS	Pomocná meračská sieť
FAST	Fakulta stavební
VUT	Vysoké učení technické
ČSN	Česká státní norma
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DIN	nemecký normalizačný úrad (Deutsche Norm)
PRN	pseudonáhodný šum (Pseudo Random Noise)
Bpv	Balt po vyrovnání
S-JTSK	Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
CZEPOS	Česká síť permanentních stanic pro určování polohy
m n. m	metrov nad morom
ppm	1 milióntina (part per million)
RMS	Root mean square
WGS 84	Svetový geodetický systém 1984 (World Geodetic System 1984)
DMT	Digitální model terénu
DMR (DTM)	Digitální model reliéfu (Digital Terrain Model)
DMP (DSM)	Digitální model povrchu (Digital Surface Model)
DVM (DEM)	Digitální výškový model (Digital Elevation Model)
zn.	značka

11 ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

Obr. 1: Zájmová oblasť [17]	10
Obr. 2: Štátne bodové pole v okolí záujmovej oblasti [18]	11
Obr. 3: FOTO – Dočasne stabilizovaný pomocný meračský bod	12
Obr. 4: FOTO – Lokalita 1	13
Obr. 5: FOTO – Lokalita 2	13
Obr. 6: FOTO – Lokalita 3	13
Obr. 7: Prijímač GNSS–RTK Trimble R4.....	14
Obr. 8: Totálna stanica Trimble M3–2“	15
Obr. 9: Schéma PMS.....	18
Obr. 10: Podrobné meranie	20
Obr. 11: Mierkový koeficient	21
Obr. 12: Spracovanie zápisníku	21
Obr. 13: Kontrolné určenie bodu	22
Obr. 14: Polyedrický model (GeoStore V6-3D).....	23
Obr. 15: Ukážka TIN.....	23
Obr. 16: Schéma kontrolných profilov	24
Obr. 17: Pomocný meračský bod — značka 1.07.....	27
Obr. 18: Znázornenie uvedených druhov čiar.....	27
Obr. 19: Znázornenie označení uvedených druhov pozemkov	28
Obr. 20: Príklad súradnicového krížika s popisom.....	28
Obr. 21: Označenie severu v náčrte a v účelovej mape	28
Obr. 22: Príklady vrstevníc	29
Obr. 23: Podrobný výškový bod (9.12) s výškovou kótou	30
Obr. 24: Spodná hrana šrafovej plochy prekrytá polohopisnou kresbou	30
Obr. 25: Okrajový náčrtok s označením mapových listov	32

12 ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK

Tab. 1: Tabuľka atribútov použitých prvkov obsahu mapy [10]	31
Tab. 2: Popisná tabuľka	32

13 ZOZNAM PRÍLOH

01_Technická správa

- 01_TS

02_Meračské náčrty

- 02_MN_1
- 02_MN_2

03_Kontrolný profil

- 03_Kontrolný_profil_A
- 03_Kontrolný_profil_B

04_Prehľadné náčrty

- 04_Kontrolný_profil_PMS
- 04_Tachymetrický_plán_PMS

05_Zápisníky (digitálne)

- 05_Kontrolný_profil
- 05_Tachymetrický_plán

06_Protokoly

- 06_GPS_Kontrolný_profil
- 06_GPS_Tachymetrický_plán
- 06_Kontrolný_profil
- 06_Tachymetrický_plán

07_Zoznamy súradníc

- 07_Kontrolný_profil_YXH_NB
- 07_Tachymetrický_plán_YXH_NB

08_Testovanie presnosti

- 08_test_H

09_Tachymetrický plán

- 09_Tachymetrický_plán